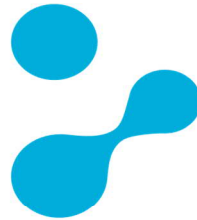




samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TERO KETOLA

Asennus- ja käyttöönotto dokumentaation kehittäminen

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2022

| | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|
| Tekijä Ketola, Tero | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä 4/2022 |
| | Sivumäärä 18 | Julkaisun kieli Suomi |
| Julkaisun nimi Asennus- ja käyttöönottodokumentaation kehitys | | |
| Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma | | |
| Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Raumaster Oy:lle. Opinnäytetyön aiheena oli kehittää työmaiden asennusvalvonta- ja käyttöönottodokumentaatiota.</p> <p>Työn tavoitteena oli toteuttaa Raumaster Oy:lle usean aikaisemman dokumentin tilalle yksi yhtenäinen dokumentti, joka sisältää työmaiden eri vaiheille olevat tarkastuslistat, jota on tulevaisuudessa helppo muokata eri projekteille. Dokumentti tehtiin Excel muotoon.</p> <p>Tämän työn lähteinä on käytetty pääasiallisesti yrityksen aikaisempaa dokumentaatiota asennusvalvontaan ja käyttöönottoon liittyen.</p> | | |
| Avainsanat Asennustarkastus, käyttöönotto, tarkastukset | | |

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Author(s) Ketola, Tero | Type of Publication Bachelor's thesis | Date 4/2022 |
| | Number of pages 18 | Language of publication: Finnish |
| Title of publication Development of installation and commissioning reporting | | |
| Degree programme Electrical and automation engineering | | |
| Abstract <p>This thesis was done for Raumaster Ltd. The topic of the thesis was to develop site supervision and commissioning documentation.</p> <p>The purpose of the work was to implement one unified document for Raumaster Oy instead of several previous documents, which contains checklists for different phases of the construction site, and which will be easy to edit in different projects in the future. The document is made in Excel format.</p> <p>The sources of this work have been mainly the company's previous documentation for installation supervision and commissioning documents.</p> | | |
| Keywords Installation inspection, commissioning, inspection | | |

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1 TOIMEKSIANTAJA..... | 5 |
| 2 JOHDANTO..... | 6 |
| 3 ASENUSTARKASTUS..... | 7 |
| 3.1 Mekaaniset tarkastukset..... | 7 |
| 3.2 Sähkötarkastukset..... | 8 |
| 3.3 Asennustarkastuslista..... | 9 |
| 4 KÄYTTÖÖNOTTO..... | 10 |
| 4.1 Kylmäkoestus..... | 10 |
| 4.2 Kuumakoestus..... | 11 |
| 4.3 Käyttöönoton aikaiset testit..... | 11 |
| 4.3.1 Signaalien koestus..... | 12 |
| 4.3.2 Pyörimissuunta..... | 13 |
| 4.3.3 Lukitustestaukset..... | 13 |
| 4.4 Käyttöönoton tarkastuslista..... | 14 |
| 5 KÄYTTÖARVOLISTA..... | 15 |
| 6 KAPASITEETTITAUUKOT..... | 15 |
| 6.1 Hihnakuuljettimen kapasiteetti..... | 15 |
| 6.2 Kolakuuljettimen kapasiteetti..... | 16 |
| 7 YHTEENVETO..... | 17 |
| 7.1 Johtopäätökset..... | 17 |
| 7.2 Opinnäytetyön arviointi ja jatkokehittäminen..... | 18 |

LÄHTEET

LIITTEET

1 TOIMEKSIANTAJA

Opinnäytetyön toimeksiantaja on vuonna 1984 perustettu Raumalainen yritys Raumaster Oy. Yritys toimittaa materiaalinkäsittelyjärjestelmiä energia-, paperi- ja puunkäsittelyteollisuuteen. Raumaster Oy on tunnettu edistyneiden materiaalinkäsittelyjärjestelmien ja -laitteiden toimittaja. Nykyään yritystä pidetään alansa globaalina johtajana.

Yrityksen liikevaihto on noin 155M€ Yritys työllistää yli 300 ammattilaista.

Raumasterin pääkonttori sijaitsee Raumalla Nortamonkadulla, konepaja Sampaanalassa ja Raumaster Paper Isometsäntiellä. Lisäksi toimipisteitä on Porissa, Ylöjärvellä, Ruotsin Västeråsissa ja Viron Tallinnassa (Raumaster, 2021.)

Raumasterin menestys johtuu sen kyvystä toimittaa kokonaisia toimituksia. Ensisijainen tavoite on asiakastyytyväisyys ja pitkäaikaisten asiakassuhteiden tehokas ylläpitäminen (Raumaster, 2021.)

2 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja Raumaster Oy esitti tarpeen nykyaikaistaa ja kehittää tarkastuslistoja helpommin käytettävämpään ja muotoiltavampaan muotoon. Aiemmat dokumentit ovat olleet paperi versioina, ja ne on tulostettu, täydennetty käsin ja skannattu takaisin sähköiseen järjestelmään.

Raumasterin toimituslaajuudet vaihtelevat yhdestä kuljettimesta aina suurempaan kokonaisuuteen, joka sisältää esimerkiksi kuljettimet polttoaineen vastaanotosta, seulontaan, varastointiin ja aina voimalaitoksen kattilan syöttöön.

Mitä suurempi projekti on ollut kyseessä missä on enemmän kuljettimia, sitä enemmän paperisia dokumentteja on ollut käsiteltävänä.

Tämän kehitystyön tuloksena kaikki laitteet ja tiedot ovat yhden dokumentin alla, jota on helppo muotoilla erilaisiin projekteihin sopivaksi.

Dokumentti päädyttiin toteuttamaan Excel-pohjaan, jota pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa yrityksen muiden tiedonhallinta sovelluksien avulla.

Asennustarkastus- ja käyttöönoton tarkastuslistoilla todetaan, että laitteistojen asennukset ovat valmistuneet ja ne ovat valmiina koekäyttöä varten.

Dokumentista tehtiin mahdollisimman kattava, jotta tarkastajilla on tarvittavat tiedot helposti saatavilla yhdessä dokumentissa.

3 ASENNUSTARKASTUS

Asennustarkastuksessa todetaan Tilaajan ja Toimittajan kesken asennuksen valmistuminen. Näin varmistetaan, että asennukset on suoritettu asianmukaisesti, suunnitellusti ja järjestelmä sekä komponentit ovat turvallisia ja valmiita käyttöönottoa varten.

Horsley on kuvannut hyvin kirjassaan projektin erivaiheet ennen asennustarkastusta ja käyttöönottoa (Kuva 1).

Hyväksytyin asennustarkastuksen jälkeen Tilaaja ja Toimittaja kuittaavat asennuksen hyväksytysti erillisellä pöytäkirjalla.

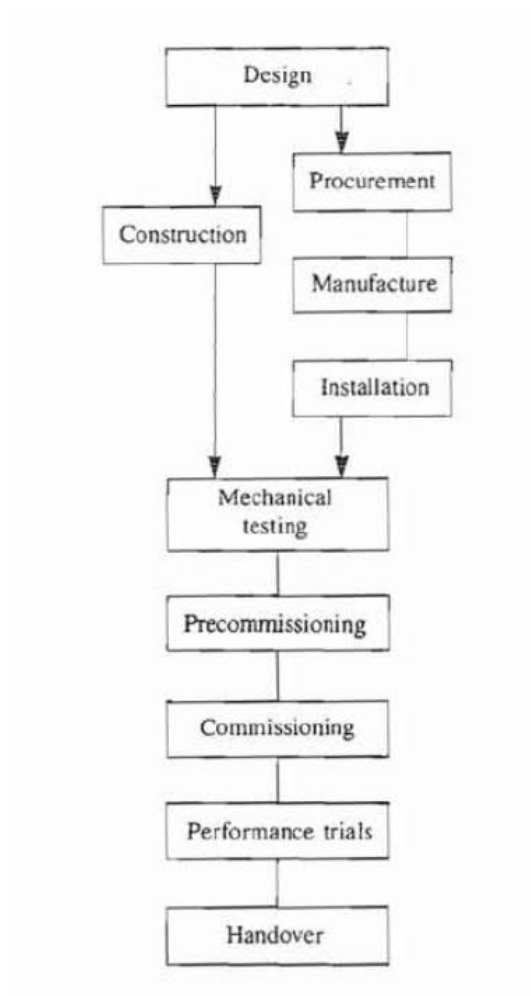
3.1 Mekaaniset tarkastukset

Mekaanisen tarkastuksen tarkoituksena on osoittaa, että asennettu laitoskomponentti soveltuu käyttöönottoon.

Tämä vaihe sisältää:

- Tarkistamisen, että laite on asennettu oikein; tämä tehdään yleensä komponenttikaa-
vioista ja vuokaavioista valmistettuja tarkistuslistoja vastaan.
- Todistaa, että laitteen peruskomponentit toimivat mekaanisesti ohjeiden mukaisesti
tai vähintään hyväksyttävissä käyttöönottoon;
- Osoittaa, että instrumentit ja ohjauslaitteet toimivat;
- Todistaa käyttöönotto tiimille, että komponentit soveltuvat käyttöön.

(Horsley, 1998, s.30.)



Kuva 1. Projektien tyypilliset etenemisvaiheet. (Horsley, 1998, s.2.)

3.2 Sähkötarkastukset

Ennen kuin kuljetinjärjestelmä luovutetaan käyttöönnotolle, on mekaanisten tarkistusten lisäksi suoritettava tarkastukset sähköjärjestelmän osalta. Tarkastukset suoritetaan yleensä yhteistyössä Raumasterin sähkötöidenvalvojan, sähköurakoitsijan ja tilaajan sähkötöiden asennusvalvojan kanssa.

Sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön vasta, kun käyttöönototarkastuksessa on riittävässä laajuudessa selvitetty, että siitä ei aiheudu 6 §:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä. Käyttöönototarkastus on tehtävä myös sähkölaitteiston muutos- ja laajennustöille.

Sähkölaitteiston rakentajan tulee huolehtia sähkölaitteiston käyttöönottotarkastuksesta. Jos rakentaja laiminlyö velvollisuutensa tai on estynyt huolehtimaan tarkastuksesta, tulee sähkölaitteiston haltijan huolehtia tarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016, 3 luku 43§ 1 mom.)

Ennen kuin sähköasennuskokonaisuus tai asennuskokonaisuuden osa otetaan käyttöön, pitää asennuksille tehdä käyttöönottotarkastus ja käyttöönottotarkastuksesta pöytäkirja. Käyttöönottotarkastukseen sisältyy silmämääräinen tarkastus ja erilaisia mittauksia ja testauksia. Asennustyön edetessä on suoritettava aistinvaraista tarkastusta, jotta varmistetaan asennusten turvallisuudesta ja asianmukaisuudesta myös rakenteiden sisään jäävältä osalta (Tukes, 2021.)

3.3 Asennustarkastuslista

Asennustarkastuslistaan on listattuna kaikki projektille toimitetut kuljettimet ja laitteet. Asennustarkastuslistasta on helppo seurata, että asennukset etenevät aikataulun mukaisesti ja samalla varmistutaan myös, että laitteet on asennettu suunnitelmien mukaisesti.

Tarkastuslistaan on listattu kunkin laitteen/kuljettimen normaalit tarkastuskohteet ja lisäksi kullekin kuljettimelle tyypillisiä aiemmin havaittuja puutteita/ongelmia. Jokaisen laitteen tarkastusruutu on aluksi punaisella pohjalla ja kun kohde on tarkistettu, ruutuun kirjoitetaan ”X” se vaihtaa ruudun värin automaattisesti vihreään, joka helpottaa tarkastuskohteiden seurantaa ja etenemää.

Sarakkeisiin on tehty päivämäärä ja tarkastaja kohdat, jotta tulevaisuudessa voidaan tarkastaa kuka, on käynyt suorittamassa tarkastuksen mahdollisten epäselvyyksien ilmetessä ja näin ollen lähteä perehtymään asiaan hänen kanssaan. (Kuva 2.)

Kun projektiin toimitetaan useampia samanlaisia laitteita, on Excelin kanssa helppo kopioida rivit jo kertaalleen tehdystä laitteesta tarkastuskohtineen. Tämä nopeuttaa huomattavasti tarkastuslistojen luomista.

| Laite / Tarkastettavat kohteet | Asennettu [X] | Tarkistettu [X] |
|--|------------------|--------------------|
| Yliajoluukku | | |
| - Piirustuksien mukaisuus | | |
| - Silmämääräinen tarkistus | | |
| - Luukun suoruus | X | X |
| - Pulttien kireys | | |
| - Asennushitsaukset | | |
| - Apulaitteet | | |
| - Käyttölaitteiden voitelu | | |
| - öljytäytöt | | |
| - vaihde/kytkin | | |
| - laakeri- ja tiivistepesä | | |
| - Pintakäsittely | | |
| - Huoltokohteiden luoksepäästävyys | | |
| - Anturit asennettu (pyörintävahdit, tukosvahdit yms.) | | |
| | | |
| | | |

Kuva 2. Asennustarkastuslistan havainnointi (Liite 1.)

4 KÄYTTÖÖNOTTO

Käyttöönnotolla tarkoitetaan kokonaisuutta missä eri toimitusten rakennuksista, rakenteista, yksittäisistä laitteista ja järjestelmistä muodostetaan toimiva kokonaisuus.

Käyttöönnotolla varmistetaan laitoksen turvallinen toiminta ja varmennetaan riittävän laajoilla koetuksilla ja kokeilla, että laitteet ja järjestelmä toimivat asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Käyttöönnotto on yleensä jaettu sopimuksessa kahteen osa-alueeseen kylmäkoestukseen ja kuumakoestukseen. Kylmäkoestuksessa laitteistoa ajetaan ilman polttoainetta ja kuumakoestuksessa otetaan polttoaine mukaan testeihin.

4.1 Kylmäkoestus

Kylmäkoestuksen aikana, laitteistoa pyöritetään tyhjänä ennen varsinaisen kuumakoestuksen aloitusta. Kylmäkoestus vaihe pitää sisällään mm. antureiden säädöt, taa-juusmuuttajien parametroinnit, mekaanisten ohjauspeltien säädöt sekä prosessin toimivuuden varmistaminen kokonaisuudessaan ilman kuljetinjärjestelmälle suunniteltua polttoainetta.

Kylmäkoestuksen tavoitteena on valmistella laitos varsinaista prosessin käyttöönottoa varten.

Horsley on kertonut hyvin kirjassaan alla olevat kohdat, jotka on hyvä tarkastaa ennen varsinaisen kuumakoestuksen aloitusta.

- Tarkastaa laitos perusteellisesti, jotta se on rakennettu asiaankuuluvien vuokaavioiden perusteella;
- Varmistaa, että oikeat huoltokäsikirjat ovat saatavilla;
- Tarkistaa, että vakio toimintamenettelyt (SOP) ovat saatavilla ja ajan tasalla;
- Suorittaa simuloituja ajoja varmistaakseen, että kaikki laitteet toimivat oikein ja että ohjaus- ja instrumentointijärjestelmät toimivat oikein;
- Tarkistaa, että tarvittavat laboratoriotilat ovat riittävät ja että laboratorion henkilökunta on koulutettu suorittamaan vaaditut raaka-aineiden, tuotteiden ja sivutuotteiden laatutarkastukset;
- Varmistaa, että kaikki tarvittavat kemikaalit ja raaka-aineet ovat saatavilla paikan päällä ja että ne ovat laadultaan ja määrältään oikeanlaisia;
- Tarkistaa, että laitoksen toiminnanharjoittajat ovat saaneet opastusta ja ymmärtävät laitoksen järjestelmien toiminnan.

(Horsley, 1998, s.33–34.)

4.2 Kuumakoestus

Kuumakoestus vaiheessa kuljetinjärjestelmää / prosessia aloitetaan koekäyttämään suunnitellun polttoaineen kanssa, kun kylmäkoestus jakso, on saatu suoritettua.

Kuumakoestus vaiheessa, laitteistoa aloitetaan testaamaan ensin pienellä kapasiteetilla, jota nostetaan pikkuhiljaa ylöspäin vaadittuihin prosessiarvoihin. Koestuksen edetessä laitteistoon haetaan viimeisiä säätöjä ja virityksiä.

4.3 Käyttöönoton aikaiset testit

Käyttöönoton aikaisilla testeillä varmennetaan toimituksen turvallisuus, laitteisto toimii luvutulla tavalla ja automaatiojärjestelmän lukitukset sekä hälytykset toimivat.

Laadunvarmistusterminologiassa käyttöönotto vaihe valmistuu vasta, kun asiakkaalle on osoitettu, että laitos "sopii siihen tarkoitukseen", johon se on suunniteltu. Sisäisissä projekteissa asiakas voi olla tehdas-, tuotanto- tai tehdaspäällikkö; suurille avaimet käteen -periaatteella toimiville laitoksille se on asiakasyrityksen edustaja. "Tarkoitus" voidaan määrittellä useissa sopimuslausekkeissa, mutta yleensä se tarkoittaa tuotevalikoimaa, jolla on määrätty laatu, saanto ja tuotantokapasiteetti (Horsley, 1998, s.53.)

4.3.1 Signaalien koestus

Kuljettimien rajakytkimien (tukosvahdit, sivusiirtovahdit yms.) ns. binäärisignaalit testataan siten, että normaalisti auki oleva kytkin suljetaan ja tarkistetaan yhdessä automaatiojärjestelmän toimittajan kanssa. Todetaan, että tapahtuma näkyy valvomo päätteellä ja hälytyslistalla. Sama testaustapa suoritetaan myös normaalisti kiinni oleville kytkimille.

Jos toimitukseen sisältyy mittauslähettämiä, joiden ulostulo on 4-20mA. Lähettimien mittausalue testataan HART-konfiguraattorin avulla tai mahdollisesti simuloidaan mittausalue suoraan anturilta. Näin pystytään todentamaan automaatiojärjestelmän kanssa mittausalue ja -yksikkö vastaavat toisiaan. Tällaisia laitteita käytetään esimerkiksi sillojen pinnanmittauksissa.

HART-protokolla on mahdollistanut laitteiston etäohjelmoinnin ja virittämisen, mutta laitteen koestus käyttöönotto vaiheessa tapahtuu yleensä itse laitteelta käsin. Koestustapahtumassa tarkastetaan, että prosessiin asennettu laite on sille tarkoitettulla paikalla ja asennettu oikein. Perinteisesti on tarkastettu laitteen kaapelointi simuloimalla milliampeeriviesti laitteelta järjestelmän näytölle. Simulointi voidaan suorittaa tarkoitukseen tehdyllä milliampeerisimulaattorilla, simulaattoriominaisuudella varustetulla prosessikalibraattorilla, kytkemällä simuloiva laite sarjaan lähettimen kanssa, tai muuttamalla lähettimen lähtö digitaalisesti HART – kommunikaattorilla, jolloin ei siis tarvitse irrottaa laitetta piiristä (Sunila, 2009, s.14–15.)

Kun rajakytkimien signaalit on testattu kultakin kuljettimelta, ne kuitataan instrumenttien tarkistuslistaan testatuksi. Tarkistuslistan lopussa on prosentiseuranta testaukselle, jotta testauksien etenemää on helppo seurata. (Kuva 3.)

| Laite / Komponentti | Signaalin tyyppi | | | | Tarkastuskohdat | | | | | |
|-----------------------------|------------------|----|----|----|-----------------|----------|---------------|-----------------|----------|--------------|
| | BI | BO | AI | AO | Asennettu | Merkattu | Kaapelireitti | Kaapeli vedetty | Kytkeyty | I/O testattu |
| Savunpoistokeskus murskaamo | | | | | | | | | | |
| - Yleis hälytys | 1 | | | | | | | | | x |
| - Vika hälytys | 1 | | | | | | | | | x |
| | 149 | 51 | 7 | 2 | | | | | | |
| | 4,31 % | | | | | | | | | |

Kuva 3. Kuva instrumenttiluettelosta (Liite 5.)

4.3.2 Pyörimissuunta

Ennen kuljettimien varsinaista kylmäkoestuksen aloitusta jokaisen kuljettimen pyörimissuunta varmistetaan. Pyörimissuuntien tarkistaminen aloitetaan, kun sähköpuolen tarkastukset on tehty hyväksytysti ja kuljettimiin on saatu lupa kytkeä sähkö.

Oikean pyörimissuunnan todentamiseksi on kannattavaa tarkistaa piirustuksessa esitetty pyörimissuunta. Testaus aloitetaan aina kuljettimen paikallisohjaus kytkimistä, jotta testaava henkilö on kuljettimen vieressä varmistamassa pyörimissuunnan ja varmistamassa, että kuljettimesta kuulu poikkeavia tai ylimääräisiä ääniä.

Seuraavaksi voidaan todentaa kuljettimen käynnistäminen automaatiojärjestelmästä suoraan ja samalla tarkistaa kaukokäytön pyörimissuunta.

Kun nämä on todettu olevan kunnossa, kuitataan ne käyttöönnoton tarkistus listaan kuljettimen pyörimissuunta ruutuun testatuksi.

4.3.3 Lukitustestaukset

Kuljettimien lukitustestaukset aloitetaan, kun laitteisto on saatu pyörimään. Testaukset toteutetaan samalla periaatteella kuin signaalien koestus eli aiheutetaan anturille häiriö ja todetaan vielä kertaalleen, että järjestelmään tulee oikea hälytys ja kuljetin pysähtyy aiheutettuun vikaan. Kun anturi on palautettu normaaliin tilaan, testataan kuljettimen

käynnistäminen automaatiojärjestelmästä. Kuljetinta ei kuulu pystyä käynnistämään valvomosta suoraan vaan vika pitää käydä kuittaamassa ensin kuljettimen paikallisajo kytkimiltä, joka kuittaa lukituksen. Jolloin käynnistäminen onnistuu valvomosta. Lukitusten testaus kuitataan ”Lukitukset testattu” ruutuun

Kuljettimien lukitusten toimivuus takaa myös tulevaisuudessa mahdollisten ongelmien aiheutuessa, ettei kuljettimeen aiheudu vaurioita.

4.4 Käyttöönoton tarkastuslista

Käyttöönotto osuus on luotu samalla periaatteella kuin asennustarkastus osio. Laitteiden normaalit käyttöönotto tehtävät on listattu jokaisen kuljettimen alle ja ne kuitataan testatuksi ”X” merkillä ja ruutu vaihtaa värin vihreäksi.

Tarkastuslistaan kirjatut kohdat on valittu siten, että laitteiston laitelukitukset ja muut suojajärjestelmät tulevat testatuksi ja toimivat oikealla tavalla, jotta laitteisto täyttää turvallisuusvaatimukset.

Taulukon loppuun on luotu prosenttiseuranta testattavien kohteiden määrä vs. testattujen määrän perusteella. Usein Tilaja haluaa käyttöönotto vaiheessa tietoa etenemästä, joten prosenttiseurannan avulla saadaan raportoitua etenemä helposti. (Kuva 4.)

| Laite / Tarkastettavat kohteet | Testattu [X] |
|---------------------------------|---------------|
| Pyörivä jakolaite | |
| - Signaalit koestettu | |
| - Anturit säädetty | |
| - Paikallisohjauksen testaus | x |
| - Lukitukset testattu | x |
| - Pyörimissuunta | x |
| - Kylmäpyöritys | |
| Käyttöönoton valmiusaste | 2,48 % |

Kuva 4. Käyttöönottolistan havainnointi ja etenemän seuranta. (Liite 2.)

5 KÄYTTÖARVOLISTA

Käyttöönoton aikana käyttöarvolistaan tallennetaan kuljettimien momentti-, virta- ja taajuusarvot eri kuormitusasteilla. Tietojen saaminen on nykypäivänä helppoa, kun suurimmilla teollisuuslaitoksilla on käytössä Valmetin DNA järjestelmä, johon on väylän kautta liitetty kuljettimien mahdolliset taajuusmuuttajat sekä suorakäyttöiset moottorilähdöt, joista saadaan tarvittavat tiedot.

Näin voidaan tulevaisuudessa tarkastella, miten kuljettimien kulumisen tai niihin mahdollisesti tehdyt muutokset ovat vaikuttaneet arvoihin.

6 KAPASITEETTITÄULUKOT

Kapasiteetin testaamisella varmistetaan, että koko kuljetinjärjestelmä kykenee toimimaan vaaditulla kapasiteetilla ja riittävän tasaisella materiaalivirralla.

Oikean kapasiteetin todennus on ensiarvoisen tärkeää, jotta kuljetin järjestelmä ei kävisi ylikuormittuneena.

6.1 Hihnakuljettimen kapasiteetti

Hihnakuljettimien kapasiteetin tarkistusta varten on luotu oma dokumentti, mikä laskee kapasiteetin kuljetettavan materiaalin tilavuusvirran mukaisesti. Kuljettimien kapasiteetti on yleensä määritelty m³/h perusteisesti.

Taulukosta valitaan mitattavan hihnan leveys ja seuraaviin kohtiin syötetään tasoitetun materiaaliptan (Kuva 6.) etäisyys (mm) hihnan reunoista sekä hihnan nopeus (m/s) mittaus hetkellä. Kaavaan on määritelty hihnan tilavuus metrin matkalla ja, kun se kerrotaan nopeudella niin tulokseksi saadaan kuutiota tunnissa. (Kuva 5.)

Raumaster Hihnakuuljettimien kapasiteetti

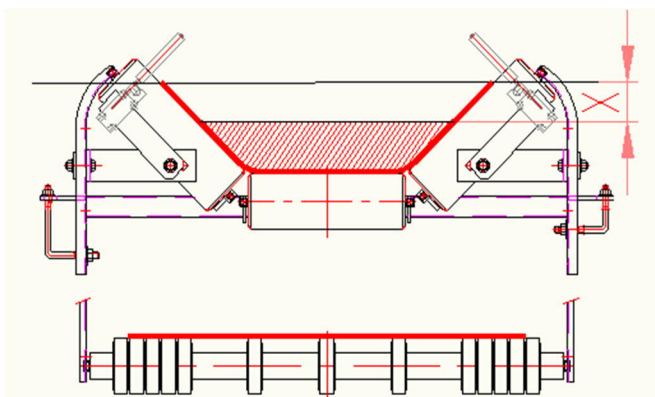
Valitse hihnan leveys:

| | | | | |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> 650 | <input type="radio"/> 800 | <input type="radio"/> 1200 | <input type="radio"/> 1400 | <input checked="" type="radio"/> 1600 |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|

| | |
|--|----------|
| Materiaalin pinnan etäisyys hihnan reunasta: | 75 mm |
| Kuljettimen nopeus | 0,97 m/s |

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Kuljettimen kapasiteetti | 855 m ³ /h |
|--------------------------|-----------------------|

Kuva 5. Hihnakuuljettimen kapasiteetin määrittäminen (Liite 3.)



Kuva 6. Poikkileikkaus materiaalin mittaustavasta (Liite 3.)

6.2 Kolakuuljettimen kapasiteetti

Kolakuuljettimen kapasiteetille on oma laskentataulukko, johon määritellään projekti-kohtaisesti mitattavan kolakuuljettimen eri tiedot mm. ketjun tyyppi, kuuljettimen leveys, kolien määrä metrin matkalla. (Kuva 7.)

Tarvittavien määrittäysten jälkeen taulukko laskee kolien tilavuuden metrillä vähentäen ketjujen ja kolien viemän tilavuuden, jotta saadaan laskettua todellinen kuljetuskapasiteetti kuuljettimella. Kuljettimen nopeus saadaan selville ajettavalla taajuudella (Hz).

Kapasiteetti saadaan selville, kun tasoitetaan kolakuljettimen sisällä oleva materiaali ja mitataan kuljettimen tyhjän tilan etäisyys kannesta materiaalipatjaan. (Kuva 8.)

| Lähtötiedot: | | | Valitys | RPM/50Hz | Vetopyörän kehä m | Kuljettimen korkeus mm |
|-----------------------|-----------|-----|--|----------|-------------------|------------------------|
| Ketju | | | | | | |
| Kuljettimen leveys | | mm | | | | |
| Ketjunopeus | #JAKO/0! | m/s | Ajohertsit | | | |
| Kolamäärä/metri | | kpl | | | | |
| Ketjun tilavuus/metri | #PUUTTUU! | mm3 | Taulukko laskee patjan tilavuuden metrin matkalta ja kertoo sen nopeudella | | | |
| Kolan tilavuus | | mm3 | Patja tasattava ennen mittausta! | | | |
| Täytösaste | | | | | | |

Kuva 7. Täytettävien lähtötietojen kohdat kapasiteetin määrittämiseen (Liite 4.)

| Materiaalin korkeus pohjasta mm | Ketjun&kolan tilavuus mm3 | Patjan tilavuus mm3 (sis kolat) | Materiaalin tilavuus mm3 (ei kolia) | Todellinen Kuljetuskapasiteetti m3/h | patja kap M3/h (sis kolat) | Materiaalin korkeus kannesta (tyhjä tila kuljettimessa) mm |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|
| 150 | 87381904 | 270000000 | 182618096 | 239,41 | 283,1707821 | 1060 |
| 160 | 87381904 | 288000000 | 200618096 | 263,01 | 302,0488343 | 1050 |
| 170 | 87381904 | 306000000 | 218618096 | 286,60 | 320,9268864 | 1040 |

Kuva 8. Kapasiteetin laskentataulukko (Liite 4.)

7 YHTEENVETO

7.1 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Raumaster Oy:lle yksi yhtenäinen asennus- ja käyttöönottodokumentti, jossa olisi kaikki projektin laitteiden asennustarkastukseen ja käyttöönottoon tarvittavat tarkastuslistat sekä takuukokeiden todentamiseen valmiit pohjat. Dokumentin toteuttaminen tehtiin vajaan vuoden aikana muiden töiden ohessa, yhteistyössä yrityksen kehitysidean vastuuhenkilöiden kanssa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimeksiantajalle kattava ja helppokäyttöinen dokumentti työmaiden tarkastuksia varten.

7.2 Opinnäytetyön arviointi ja jatkokehittäminen

Dokumentin tekeminen tapahtui itsenäisesti ja sain aikatauluttaa tekemistä muiden töiden kanssa. Työtä käytiin väliajoin läpi työnantajan kanssa ja kehitettiin uusia ideoita aina työn edetessä tulleiden ajatusten pohjalta.

Tuloksena dokumentista saatiin muotoiltua kaikille helppokäyttöinen dokumentti ja tarkastettavat kohteet listattua mahdollisimman kattaviksi, jotta kuljettimien turvallinen toiminta pystytään varmentamaan ja saadaan asiallinen raportti myös asiakkaalle tehdystä tarkastuksesta tai käyttöönotosta.

Opinnäytetyön tekeminen laajensi ymmärrystäni teollisuuden eri järjestelmien tarkastuksista ja niiden eri vaiheista.

Dokumentin kehittäminen jatkuu tulevaisuudessa yhteensovittamisella yrityksen muiden tiedonhallintajärjestelmien kanssa, jotta tietojen automaattinen tuonti saadaan onnistumaan.

Kehittäminen jatkuu myös tulevaisuudessa projekteista saatujen käyttäjäkokemuksien ja kehittämisideoiden pohjalta.

LÄHTEET

Horsley, D. (1998). Process plant commissioning. [process commissioning plant - David Horsley - \[PDF Document\] \(documents.pub\)](#)

Tukes. (15.12.2021). Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset. [Sähköasennusten käyttöönottovaiheen tarkastukset | Turvallisuus- ja kemikaalivirasto \(Tukes\)](#)

Sunila, A. (2009) Instrumentoinnin koestusohje [AMK-opinnäytetyö, Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu]. Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-200911266273>

Raumaster. (15.12.2021). Company. <https://www.raumaster.fi/company>

Raumaster Asennustarkastuslista

Projekt:
Pvm:
Revisio:
Status:

Asiakas:
Toimitus:
Tilausnro:

| Raumaster | Tilaaja | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------|-----------------|----------------------|------------|----------------------|-----------------|----------|----------------------|--|
| Raumaster pos. no | Tilaaja pos. no | Laite / Tarkastettavat kohteet | Asemattu [X] | Tarkistettu [X] | Vainuasteet [0/9999] | Päivämäärä | Tarkastaja (nimekki) | Kuljetin numero | Kuolinne | Huomiot / Poikkeamat | |
| [LAITTEISTON KUVAUS] | | | | | | | | | | | |
| Pölypoisto | | | | | | | | | | | |
| - Pölypoiston mukaisuus | | | | | | | | | | | |
| - Pölypoiston laatus | | | | | | | | | | | |
| - Pölypoiston | | | | | | | | | | | |
| - Apulaitteet | | | | | | | | | | | |
| - Käyttöohjeiden voimelu | | | | | | | | | | | |
| - Pinnakäsittely | | | | | | | | | | | |
| - Huolto-ohjeiden luotettavuus | | | | | | | | | | | |

Asiakas:
 Toimitus:
 Tilausnro:

Raumaster Käyttöönottolista

Projekti:
 Pvm:
 Revisio:
 Status:

| Raumaster | Tilaaja | | | | | | | | | | | | Projekti: |
|------------------------------|-----------------|---|--------------|-------------------|------------|-----------------|------------|----------------------------|--|-----------------------------------|--|--|-----------------------|
| Raumaster pos. nro | Tilaaja pos. no | Laite / Tarjottavat kohteet | Testattu [x] | Testaaja (nimenä) | Päivämäärä | Säädetty (arvo) | Päivämäärä | Koljetinno nopeusalue (Hz) | Ohjaintia linkki eriohjeeseen, testausmenetelmä, parametrilille yms. milles? | Instrumenttienleto linkki milles? | | | Huomioit / Poikkeamat |
| | | | | | | | | | | | | | |
| [LAITTEISTON KUVAILU] | | | | | | | | | | | | | |
| | | Pöytäpulvasto <ul style="list-style-type: none"> - Signaalit korjattu - Yhteisö mittaus - Puhdutus - Puhdistus - Lohkaisu testattu - Ohjainlogiikka | | | | | | | | | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Puhdistus skannerin avon DCS (pöytäpulvasto ja pöytäpulvasto) | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

XXXXXXXXXX

Valitse hihnan leveys:

| | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="radio"/> 650 | <input checked="" type="radio"/> 800 | <input type="radio"/> 1200 | <input type="radio"/> 1400 | <input type="radio"/> 1600 |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

| | | |
|--|------|----------------|
| Materiaalin pinnan etäisyys hihnan reunasta: | 75 | m ^m |
| Kuljettimen nopeus | 0,97 | m/s |

| | | |
|--------------------------|-----|-------------------|
| Kuljettimen kapasiteetti | 141 | m ³ /h |
|--------------------------|-----|-------------------|

Mitattava materiaali: _____

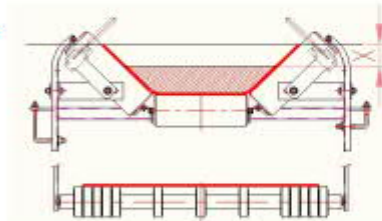
Mitattava kujanlinja: _____

Mitattavan kuljettimen pos. no: _____

Sopimuservat *min/max* :

| | | |
|------------------|---------|-------------------|
| Vastaanottolinja | 100-300 | m ³ /h |
| Kattilalinja | 100-300 | m ³ /h |

Mittaa tasoitetun patjankorkeus kohdasta, jossa on 45 asteen rullasto esim. vatupassin tai laudan avulla hihnan reunojen päälle laittamalla. Tilavuus metrin matkalla tasoitettuna ja sitä vastaava kapasiteetti.



Huomiot: _____

Päivämäärä: _____

Allekirjoitukset:

 TOIMITTAJA
 RAUMASTER

 TILAAJA



Kolakuljettimen kapasiteetti

| Lähtötiedot: | | Välitys | RPM/SHz | Vetopyörän kaksi m | Kuljettimen korkeus mm | |
|--|--|---|---|---|--|---|
| Ketju | M630 | 140 | 1480 | 2,29650423 | 1210 | |
| Kuljettimen leveys | 1800 mm | | | | | |
| Kuljuronopeus | 0,364155556 m/s | | | | | |
| Kolamäärä/metri | 1,0000 kpl | | | | | |
| Ketjun tilavuus/metri | 75250000 mm ³ | | | | | |
| Kolan tilavuus | 12131904 mm ³ | | | | | |
| | | Ajonehrit | 45 | (9,25-37Hz) | | |
| Taulukko kertoo patjan tilavuuden metrin matkalla ja kertoo sen nopeudella Patja saatava ennen mittauksia! | | | | | | |
| Materiaalin korkeus pohjasta mm | Ketjun&kolan tilavuus mm ³ | Patjan tilavuus mm ³ (sisä kolat) | Materiaalin tilavuus mm ³ (ei kolia) | Todellinen Kuljetuskapasiteetti m ³ /h | patja kap M ³ /h (sisä kolat) | korkeus kannesta (tyhjä tila kuljettimeassa) mm |
| 150 | 87381904 | 270000000 | 182818096 | 239,41 | 283,1707821 | 1060 |
| 160 | 87381904 | 288000000 | 200618096 | 263,81 | 302,0488343 | 1050 |
| 170 | 87381904 | 306000000 | 218618096 | 286,80 | 320,9268864 | 1040 |
| 180 | 87381904 | 324000000 | 236618096 | 310,20 | 339,8049385 | 1030 |
| 190 | 87381904 | 342000000 | 254618096 | 333,80 | 358,6829907 | 1020 |
| 200 | 87381904 | 360000000 | 272618096 | 357,40 | 377,5610428 | 1010 |
| 210 | 87381904 | 378000000 | 290618096 | 380,99 | 396,439095 | 1000 |
| 220 | 87381904 | 396000000 | 308618096 | 404,59 | 415,3171471 | 990 |
| 230 | 87381904 | 414000000 | 326618096 | 428,19 | 434,1951993 | 980 |
| 240 | 87381904 | 432000000 | 344618096 | 451,79 | 453,0732514 | 970 |
| 250 | 87381904 | 450000000 | 362618096 | 475,38 | 471,9513035 | 960 |
| 260 | 87381904 | 468000000 | 380618096 | 498,98 | 490,8293557 | 950 |
| 270 | 87381904 | 486000000 | 398618096 | 522,58 | 509,7074078 | 940 |
| 280 | 87381904 | 504000000 | 416618096 | 546,18 | 528,58546 | 930 |
| 290 | 87381904 | 522000000 | 434618096 | 569,77 | 547,4635121 | 920 |
| 300 | 87381904 | 540000000 | 452618096 | 593,37 | 566,3415642 | 910 |
| 310 | 87381904 | 558000000 | 470618096 | 616,97 | 585,2196164 | 900 |
| 320 | 87381904 | 576000000 | 488618096 | 640,57 | 604,0976685 | 890 |
| 330 | 87381904 | 594000000 | 506618096 | 664,16 | 622,9757207 | 880 |
| 340 | 87381904 | 612000000 | 524618096 | 687,76 | 641,8537728 | 870 |
| 350 | 87381904 | 630000000 | 542618096 | 711,36 | 660,731825 | 860 |
| 360 | 87381904 | 648000000 | 560618096 | 734,96 | 679,6098771 | 850 |
| 370 | 87381904 | 666000000 | 578618096 | 758,55 | 698,4879292 | 840 |
| 380 | 87381904 | 684000000 | 596618096 | 782,15 | 717,3659814 | 830 |
| 390 | 87381904 | 702000000 | 614618096 | 805,75 | 736,2440335 | 820 |
| 400 | 87381904 | 720000000 | 632618096 | 829,35 | 755,1220857 | 810 |
| 410 | 87381904 | 738000000 | 650618096 | 852,94 | 774,0011378 | 800 |
| 420 | 87381904 | 756000000 | 668618096 | 876,54 | 792,8791899 | 790 |
| 430 | 87381904 | 774000000 | 686618096 | 900,14 | 811,7562421 | 780 |
| 440 | 87381904 | 792000000 | 704618096 | 923,74 | 830,6342942 | 770 |
| 450 | 87381904 | 810000000 | 722618096 | 947,33 | 849,5123464 | 760 |
| 460 | 87381904 | 828000000 | 740618096 | 970,93 | 868,3903985 | 750 |
| 470 | 87381904 | 846000000 | 758618096 | 994,53 | 887,2684507 | 740 |
| 480 | 87381904 | 864000000 | 776618096 | 1018,13 | 906,1465028 | 730 |
| 490 | 87381904 | 882000000 | 794618096 | 1041,73 | 925,0245549 | 720 |
| 500 | 87381904 | 900000000 | 812618096 | 1065,32 | 943,9026071 | 710 |
| 510 | 87381904 | 918000000 | 830618096 | 1088,92 | 962,7806592 | 700 |
| 520 | 87381904 | 936000000 | 848618096 | 1112,52 | 981,6587114 | 690 |
| 530 | 87381904 | 954000000 | 866618096 | 1136,12 | 1000,536764 | 680 |

Mittava linja: _____

Mittavan kuljettimen pos. no: _____

Kuljettimen vaadittu kapasiteetti: **500** m³/h

Mittu materiaalin korkeus kannesta: _____ mm

Taulukosta todettu kuljettimen kapasiteetti: _____ m³/h

Huomioit: _____

Päivämäärä: _____

All kirjotukset:

Toimittaja
Raumaster Oy

Tilaaaja



Asiakas:
Toimitus:
Tilausno:

INSTRUMENTTIEN KOESTUSKAVAKE

Project No.:
Designer:
Date:
Revision:
Status:

Merkitse "x" tarkastuskohtaan

| Raumaster pos. nro | Tilaaja | Laite / Komponentti | Tyyppi / Valmistaja | Signaalin tyyppi | | | Tarkastuskohdat | | | | | | | ID-koestuspäivä | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|------------------|----|----|-----------------|----------|----------|-------------|----------------|---------|-------------|-----------------|--|--|--|--|------------|
| | | | | BI | BO | AI | AO | Asemattu | Merkattu | Kapelitehti | lapeli vedetty | Kytetty | IO testattu | | | | | | |
| | 4SAE40GM001 | Savunpoistokeskus vastaanotto | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4SAE40GH001 | - Ylies hälytyks | TR42 / Keravent | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 15.10.2021 |
| | 4SAE40GH001 | - Vikä hälytyks | TR42 / Keravent | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 15.10.2021 |
| | 4SAE40GM002 | Savunpoistokeskus murskaamo | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4SAE40GH002 | - Ylies hälytyks | TR42 / Keravent | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 15.10.2021 |
| | 4SAE40GH002 | - Vikä hälytyks | TR42 / Keravent | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 15.10.2021 |
| | | | | 161 | 52 | 8 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | | | IO-TESTAUS VALMIUSASTE | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100,00 % |